

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

ISHII et al  
BSKB CLP  
703-205-8000  
November 25, 2003  
0234-0472P  
2 OF 2

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 6月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-167366

[ST.10/C]:

[JP2001-167366]

出 願 人

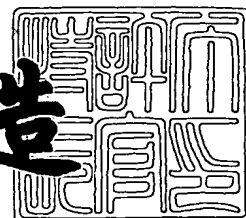
Applicant(s):

古河電気工業株式会社

2002年 5月30日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3042450

【書類名】 特許願

【整理番号】 A01146

【提出日】 平成13年 6月 1日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01B 7/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 石井 禎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 金 容薫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 東浦 厚

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 小林 勇

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076439

【弁理士】

【氏名又は名称】 飯田 敏三

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プールの要否】 要

【書類名】 明細書

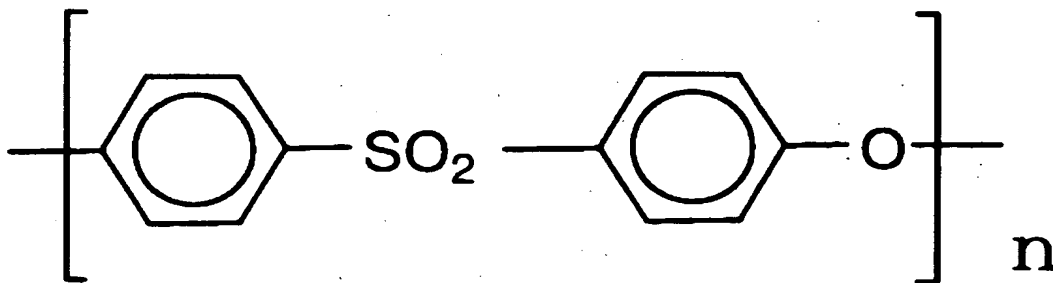
【発明の名称】 多層絶縁電線及びそれを用いた変圧器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導体と前記導体を被覆する押出絶縁層を有してなる 2 層以上の多層絶縁電線であって、前記絶縁層の少なくとも 1 層がポリエーテルスルホン樹脂により形成され、このポリエーテルスルホン樹脂により形成された絶縁層よりも外側に直鎖型を主体とするポリフェニレンスルフィド樹脂により形成された絶縁層を少なくとも 1 層有することを特徴とする多層絶縁電線。

【請求項 2】 前記ポリエーテルスルホン樹脂により形成された絶縁層が下式で表わされる繰返し単位を有してなるポリエーテルスルホン樹脂であることを特徴とする請求項 1 に記載の多層絶縁電線。

【化 1】



(式中、n は正の整数を示す。)

【請求項 3】 前記絶縁層の最外層がポリフェニレンスルフィド樹脂よりなることを特徴とする請求項 1 又は 2 のいずれか 1 項に記載の多層絶縁電線。

【請求項 4】 前記絶縁層として形成されるポリフェニレンスルフィド樹脂が、窒素中、1 rad/s、300℃における初期の損失弾性率が貯蔵弾性率の 2 倍以上を有することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の多層絶縁電線。

【請求項 5】 前記請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の多層絶縁電線を用いてなることを特徴とする変圧器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁層が2層以上の押出被覆層からなる多層絶縁電線とそれを用いた変圧器に関し、耐薬品性および耐熱性が優れ、電気・電子機器などに組み込む変圧器の巻線やリード線として有用な多層絶縁電線とそれを用いた変圧器に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

変圧器の構造は、IEC規格 (International Electrotechnical Communication Standard) Pub.60950などによって規定されている。即ち、これらの規格では、巻線において一次巻線と二次巻線の間には少なくとも3層の絶縁層 (導体を被覆するエナメル皮膜は絶縁層 (絶縁薄板材料) と認定しない) が形成されていること又は絶縁層の厚みは0.4mm以上であること、一次巻線と二次巻線の沿面距離は、印加電圧によっても異なるが、5mm以上であること、また一次側と二次側に3000Vを印加した時に1分以上耐えることなどが規定されている。

このような規格のもとで、現在、主流の座を占めている変圧器としては、図2の断面図に例示するような構造が採用されている。フェライトコア1上のボビン2の周面両側端に沿面距離を確保するための絶縁バリヤ3が配置された状態でエナメル被覆された一次巻線4が巻回されたのち、この一次巻線4の上に、絶縁テープ5を少なくとも3層巻回し、更にこの絶縁テープの上に沿面距離を確保するための絶縁バリヤ3を配置したのち、同じくエナメル被覆された二次巻線6が巻回された構造である。

## 【0003】

ところで、近年、図2に示した断面構造のトランスに代わり、図1で示したように、絶縁バリヤ3や絶縁テープ層5を含まない構造の変圧器が登場しはじめている。この変圧器は図2の構造の変圧器に比べて、全体を小型化することができ、また、絶縁テープの巻回し作業を省略できるなどの利点を備えている。

図1で示した変圧器を製造する場合、用いる1次巻線4及び2次巻線6では、いずれか一方もしくは両方の導体4a(6a)の外周に少なくとも3層の絶縁層4b(6b), 4c(6c), 4d(6d)が形成されていることが前記したI

EC規格との関係で必要になる。

【0004】

このような巻線として導体の外周に絶縁テープを巻回して1層目の絶縁層を形成し、更にその上に、絶縁テープを巻回して2層目の絶縁層、3層目の絶縁層を順次形成して互いに層間剥離する3層構造の絶縁層を形成するものが知られている。また、絶縁テープの代わりにフッ素樹脂を、導体の外周上に順次押出被覆して、全体として3層の絶縁層を形成したのもも公知である（実開平3-56112号公報）。

【0005】

しかしながら、前記の絶縁テープ巻の場合は、巻回する作業が不可避である為、生産性は著しく低く、その為電線コストは非常に高いものになっている。

また、前記のフッ素樹脂押出しの場合では、絶縁層はフッ素系樹脂で形成されているので、耐熱性は良好であるという利点を備えているが、樹脂のコストが高く、さらに高剪断速度で引っ張ると外觀状態が悪化するという性質があるために製造スピードを上げることも困難で、絶縁テープ巻と同様に電線コストが高いものになってしまうという問題点がある。

【0006】

こうした問題点を解決するため、導体の外周上に、1層目、2層目の絶縁層として結晶化を制御し分子量低下を抑制した変性ポリエステル樹脂を押出し、3層目の絶縁層としてポリアミド樹脂を押出被覆した多層絶縁電線が実用化されている（米国特許第5,606,152号明細書、特開平6-223634号公報）。さらに、より耐熱性を向上させた多層絶縁電線としては、内層にポリエーテルサルホン樹脂、最外層にポリアミド樹脂を押出被覆したものが提案されている（特開平10-134642号公報）。

しかし、近年の電気・電子機器の小型化に伴い、発熱による機器への影響が懸念され、より高い耐熱性要求とともに、耐溶剤性等の耐薬品性に優れた素材への強い要求があり、現状ではこれらの特性を十分に満足するものは得られていなかった。

【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

このような問題を解決するために、本発明は、耐熱性及び耐薬品性に優れ、工業的生産にも好適な多層絶縁電線を提供することを目的とする。さらに本発明は、このような耐熱性及び耐薬品性に優れた絶縁電線を巻回してなる、電気特性に優れ、信頼性の高い変圧器を提供することを目的とする。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の上記課題は次の多層絶縁電線及びこれを用いた変圧器によって達成された。

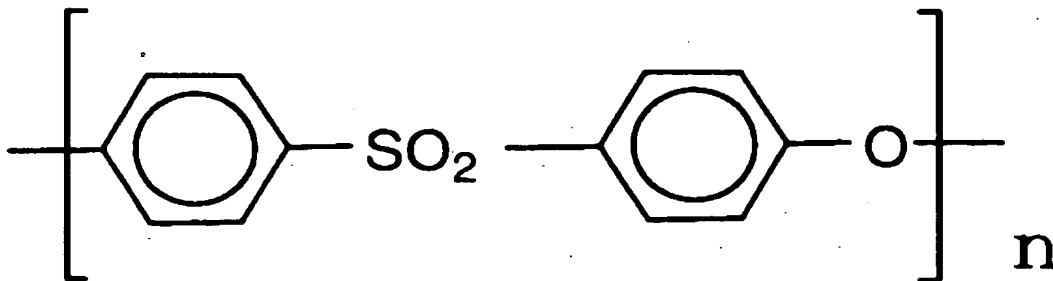
すなわち本発明は、

(1) 導体と前記導体を被覆する押出絶縁層を有してなる2層以上の多層絶縁電線であって、前記絶縁層の少なくとも1層がポリエーテルスルホン樹脂により形成され、このポリエーテルスルホン樹脂により形成された絶縁層よりも外側に直鎖型を主体とするポリフェニレンスルフィド樹脂により形成された絶縁層を少なくとも1層有することを特徴とする多層絶縁電線、

(2) 前記ポリエーテルスルホン樹脂により形成された絶縁層が下式で表わされる繰返し単位を有してなるポリエーテルスルホン樹脂であることを特徴とする(1)項に記載の多層絶縁電線、

## 【0009】

## 【化2】



## 【0010】

(式中、nは正の整数を示す。)

(3) 前記絶縁層の最外層がポリフェニレンスルフィド樹脂よりなることを特徴

とする (1) ~ (2) 項のいずれか 1 項に記載の多層絶縁電線、

(4) 前記絶縁層として形成されるポリフェニレンスルフィド樹脂が、窒素中、 $1 \text{ rad/s}$ 、 $300^\circ\text{C}$ における初期の損失弾性率が貯蔵弾性率の 2 倍以上を有することを特徴とする (1) ~ (3) 項のいずれか 1 項に記載の多層絶縁電線および、

(5) 前記 (1) ~ (4) 項のいずれか 1 項に記載の多層絶縁電線を用いてなることを特徴とする変圧器を提供するものである。

【0 0 1 1】

【発明の実施の形態】

本発明の多層絶縁電線において絶縁層は 2 層以上からなり、好ましくは 3 層からなる。

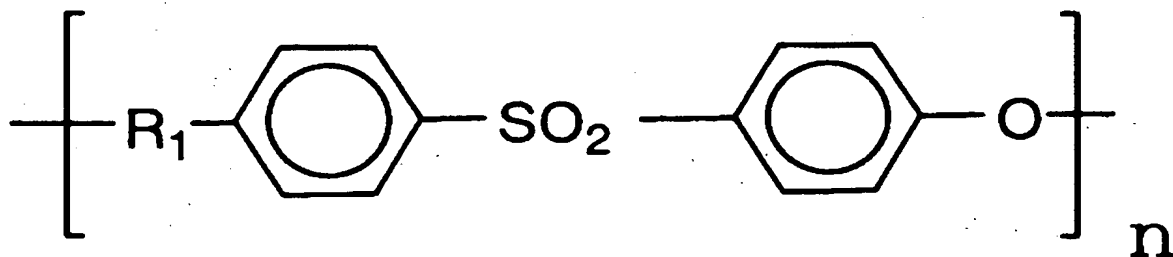
絶縁層は耐熱性が高い樹脂であり、この樹脂としてポリエーテルスルホン樹脂を公知のものから選んで使用できる。

このポリエーテルスルホン樹脂は、下記一般式 (1) で表わされるものが好ましく用いられる。

一般式 (1)

【0 0 1 2】

【化 3】



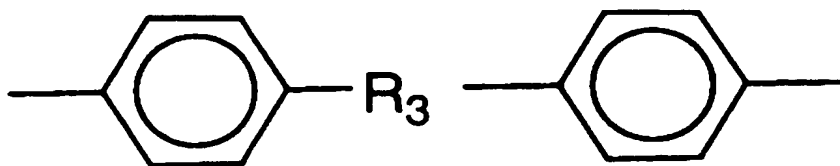
【0 0 1 3】

〔式中、 $\text{R}_1$  は単結合又は  $-\text{R}_2-\text{O}-$  ( $\text{R}_2$  はフェニレン基、ビフェニリレン基、又は

【0 0 1 4】



【化4】



【0015】

(式中、 $R_3$  は  $-C(CH_3)_2-$ 、 $-CH_2-$  などのアルキレン基を示す) であり、 $R_2$  の基はさらに置換基を有していてもよい。)を示す。 $n$  は正の整数を示す。]

【0016】

この樹脂の製造方法自体は公知であり、一例としてジクロルジフェニルスルホン、ビスフェノール S 及び炭酸カリウムを高沸点溶媒中で反応して製造する方法があげられる。市販の樹脂としてはピクトレックス PES (住友化学社製、商品名)、レーデル A・レーデル R (Amoco 社製、商品名) 等がある。

【0017】

また、耐熱性を損なわない範囲で、他の耐熱性熱可塑性樹脂、通常使用される添加剤、無機充填剤、加工助剤、着色剤なども添加することができる。

多層絶縁電線の絶縁層の構成としては、該ポリエーテルスルホン樹脂を2層以上押し出し被覆した方が、耐熱性が確保されて好ましい。また、導体上に該ポリエーテルスルホン樹脂を押し出し被覆する際、必要に応じて導体の予備加熱を行なうことができる。導体を予備加熱する場合、温度は  $140^{\circ}\text{C}$  以下の温度に設定するのが好ましい。予備加熱をおこなうことによって、導体と該ポリエーテルスルホン樹脂の密着性がより強くなる。

【0018】

また、前記ポリエーテルスルホン樹脂絶縁層よりも外側に、ポリフェニレンスルフィド樹脂による絶縁層が少なくとも1層形成される。

ポリフェニレンスルフィド樹脂は、一般に、 $p$ -ジクロロベンゼンと  $\text{NaSH}$  /  $\text{NaOH}$  あるいは、硫化ナトリウムとを  $N$ -メチルピロリドン中、高温加圧下で重縮合反応させて製造する方法がある。種類としては架橋型と直鎖型があり、

架橋型では反応時に生成する環状オリゴマーを熱架橋工程でポリマー内に取り込むの対し、架橋工程の無い直鎖型では溶媒洗浄によってオリゴマーを分離除去している。したがって両者の性質は異なり、本発明で利用できるのは、直鎖型を主体としたポリフェニレンスルフィド樹脂である。直鎖型を主体としたポリフェニレンスルフィド樹脂は、連続押出成形が可能であるとともに、多層絶縁電線の被覆層として十分な可とう性を有するからである。一方、架橋型ポリフェニレンスルフィド樹脂では、成形の際に、ゲル化物の形成の可能性がある。しかしながら、この成形加工性を阻害しない範囲で、架橋型ポリフェニレンスルフィド樹脂を組み合わせることや、ポリマー内部に架橋成分、分岐成分などを含有することは可能である。

#### 【 0 0 1 9 】

直鎖型を主体としたポリフェニレンスルフィド樹脂として最も好ましいのは、窒素中、 $1 \text{ rad/s}$ 、 $300^\circ\text{C}$ における初期の損失弾性率が貯蔵弾性率の2倍以上の樹脂である。評価方法としては、損失弾性率および貯蔵弾性率の時間依存性を測定する装置を利用することによって容易に評価でき、例えば、レオメトリック・サイエンティフィック社製 *Ares* 測定装置があげられる。各々の弾性率の比率が架橋レベルの目安となり、損失弾性率/貯蔵弾性率が小さすぎるポリフェニレンスルフィド樹脂では、押出成形加工が難しいことがある。

また、ポリフェニレンスルフィド樹脂は、一般に引っ張り破断時の伸び率が非常に小さく、架橋型では1～3%、直鎖型でも20～40%であり、可とう性が必要とされる絶縁電線の被覆材料用途には全く適さない。ところが、驚くべきことに、本発明のような、薄肉（180ミクロン以下）構造の場合、直鎖型主体のポリフェニレンスルフィド樹脂を用いると、引っ張り破断時の伸び率が50～70%にまで発現できることを見出した。絶縁電線の被覆材料としては、十分な可とう性を有することになる。

#### 【 0 0 2 0 】

さらに、このポリフェニレンスルフィド樹脂を、前記ポリエーテルスルホン樹脂被覆層よりも外層に少なくとも1層設けることによって、耐溶剤性などの耐薬品性を向上することができる。結晶性樹脂であれば、耐溶剤性などの耐薬品性に

強いことはよく知られているが、本発明のような薄膜構造でも耐薬品性は十分満足する。また、耐熱性という面からは、ポリアミド樹脂のように、表面から熱酸化劣化の影響を受け、徐々に内部へ進行する酸化メカニズムとは基本的に異なることから、熱劣化されていても脆さは現れず、薄肉構造でも十分な耐熱性を有する。

#### 【 0 0 2 1 】

市販の樹脂としては、フォートロン（ポリプラスチック社製、商品名）、DIC-PPS（大日本インキ化学工業社製、商品名）、トープレン PPS（トープレン社製、商品名）等がある。なかでも、フォートロン（0220 A9、グレード名）、DIC-PPS（FZ-2200-A5、グレード名）、トープレン PPS（LT-4P、グレード名）、はそれぞれの初期弾性率の比率〔損失弾性率／貯蔵弾性率〕（窒素中、1 rad/s、300℃）が、3.5、3.5、5.9を有しており、好ましい。

また、耐熱性や耐薬品性を損なわない範囲で、他の耐熱性熱可塑性樹脂、熱可塑性エラストマー、通常使用される添加剤、無機充填剤、加工助剤、着色剤なども添加することができる。成形加工の際には、成型機内部での酸化による分岐やゲル化反応の進行を抑制するために、窒素置換する方法を採用しても構わない。

また、成形加工後には、必要に応じてアニール処理をおこなうことも可能である。アニールすることによって、より高い結晶化度を得られ、耐薬品性はさらに向上することになる。

#### 【 0 0 2 2 】

本発明に用いられる導体としては、金属裸線（単線）、または金属裸線にエナメル被覆層や薄肉絶縁層を設けた絶縁電線、あるいは金属裸線の複数本またはエナメル絶縁電線もしくは薄肉絶縁電線の複数本を撚り合わせた多心撚り線を用いることができる。これらの撚り線の撚り線数は、高周波用途により随意選択できる。また、線心（素線）の数が多い場合（例えば19-、37-素線）、撚り線ではなくてもよい。撚り線ではない場合、例えば複数の素線を略平行に単に束ねるだけでもよいし、または束ねたものを非常に大きなピッチで撚っていてもよい。いずれの場合も断面が略円形となるようにすることが好ましい。また、導体に

錫、銀、半田などのメッキ層を設けても構わない。

【 0 0 2 3 】

本発明の好ましい実施態様をあげると、耐熱多層絶縁電線は、1層目にポリエーテルスルホン樹脂を導体外周に押出被覆して所望厚みの1層目絶縁層を形成し、次いで、この1層目の絶縁層の外周に2層目のポリエーテルスルホン樹脂を押出被覆して所望厚みの2層目絶縁層を形成し、さらに、この2層目の絶縁層の外周に3層目のポリフェニレンスルフィド樹脂を押出被覆して所望厚みの3層目絶縁層を形成することにより製造される。このようにして形成される押出被覆絶縁層の全体の厚みは、3層では60～180 $\mu$ mの範囲内にあるようにすることが好ましい。このことは、絶縁層の全体の厚みが60 $\mu$ m未満では得られた耐熱多層絶縁電線の電気特性の低下が大きく、実用に不向きな場合があり、180 $\mu$ mを越えると、実際に機器内に組み込まれる場合、加工性の面で劣ってしまう場合があることによる。さらに好ましい範囲は70～150 $\mu$ mである。また上記の3層の各層の厚みは20～60 $\mu$ mに制御することが好ましい。

【 0 0 2 4 】

本発明の多層絶縁電線においては、絶縁層として該ポリエーテルスルホン樹脂の被覆層を少なくとも1層有し、かつ、前記絶縁層よりも外側にポリフェニレンスルフィド樹脂を少なくとも1層有したもので、耐熱性と耐溶剤性などの耐薬品性までも満足させることができる。

本発明の多層絶縁電線を使用した変圧器は、IEC60950規格を満足するのはもちろんのこと、絶縁テープ巻していないので小型化が可能でしかも耐熱性が高いので厳しい設計に対しても対応できる。

【 0 0 2 5 】

本発明の多層絶縁電線は、前記図1及び2で示したものを含むどのようなタイプの変圧器にも巻線として用いることができる。このような変圧器は1次巻線と2次巻線をコア上に層状に巻くのが普通であるが、1次巻線と2次巻線を交互に巻いた変圧器（特開平5-152139号）でもよい。また本発明の変圧器は、上記の多層絶縁電線を1次巻線及び2次巻線の両方に使用してもよいが、いずれか片方の使用でもよい。また、本発明の多層絶縁電線が2層からなる場合は、（

たとえば 1 次巻線と 2 次巻線がいずれも 2 層絶縁電線、あるいは片方にエナメル線を用いて、もう片方に 2 層絶縁電線を使用する場合)、両巻線間に絶縁バリア層を少なくとも 1 層介在させ使用することができる。

【 0 0 2 6 】

【実施例】

次に本発明を実施例に基づき、さらに詳細に説明する。

実施例 1 ～ 7 及び比較例 1 ～ 2

導体として線径 0.4 mm の軟銅線および線径 0.15 mm の軟銅線に日立化成社製絶縁ワニス WD-4305 を 8  $\mu$  m 厚に塗装した絶縁線心 7 本を撚り合わせた撚線を用意し、表 1 に示した構成及び厚さにて、導体上に順次押出被覆して多層絶縁電線を製造した（表面処理：冷凍機油使用）。

樹脂は以下のものを使用した。

ポリエーテルスルホン樹脂（PES）：ピクトレックス PES 3600（住友化学社製、商品名）

ポリアミド樹脂（PA）：ARLEN AE-4200（三井化学社製、商品名）

直鎖型を主体とするポリフェニレンスルフィド樹脂（PPS-1）：DIC-PPS FZ2 200-A5（大日本インキ化学工業社製、商品名）、 $\tan \delta = 3.5$

直鎖型を主体とするポリフェニレンスルフィド樹脂（PPS-2）：Fortron 022 0 A9（ポリプラスチック社製、商品名）、 $\tan \delta = 3.5$

直鎖型を主体とするポリフェニレンスルフィド樹脂（PPS-3）：Tohpren-PPS LT-4P（トープレン社製、商品名）、 $\tan \delta = 5.9$

ここで、 $\tan \delta$  は損失弾性率／貯蔵弾性率を表す。

得られた多層絶縁電線につき、下記の仕様で各種の特性を測定した。

【 0 0 2 7 】

A. 耐熱性（1）

IEC 規格 60950 の 2.9.4.4 項の付属書 U（電線）と 1.5.3 項の付属書 C（トランス）に準拠した下記の試験方法で評価した。

直径 6 mm のマンドレルに多層絶縁電線を荷重 118 MPa（12 kgf / m<sup>2</sup>）をかけながら 10 ターン巻付け、F 種：240℃（B 種：225℃）1 時間

加熱、更にF種：215℃（B種：200℃）71時間加熱し、更に25℃95%の雰囲気中に48時間保持し、その後すぐに3000Vにて1分間電圧を印加し短絡しなければ、F種（B種）合格と判定する。判定はn=5にて評価した。一つでもNGになれば不合格とした。

#### B. 絶縁破壊電圧

JIS C 3003<sup>-1984</sup> 11. (2) の2個撚り法で測定する。結果はkV単位で示した。14kVを下回ると不合格である。

#### C. 耐熱性 (2)

JIS C 3003<sup>-1984</sup> のに準拠して2個撚りし、その状態でB種：220℃で168時間（7日間）の加熱処理を施した後、絶縁破壊電圧を測定する。この値が大きい程、耐熱性に優れていることを示し、また、熱処理前の状態での絶縁破壊電圧に対する上記劣化後の絶縁破壊電圧の比、すなわち絶縁破壊電圧の劣化後の残率（%）が50%以上であれば、IEC規格Pub.172 耐熱性B種をおおむね満足する判定となる。表1中、結果は前記絶縁破壊電圧の劣化後の残率（%）で示した。

#### D. 耐溶剤性

JIS C 3003<sup>-1984</sup> 14.1 (2) による評価で溶剤：キシレンに30分間浸漬後、皮膜の鉛筆硬度又は膨潤がないかを確認した。鉛筆硬度がH以上かつ膨潤のないものを合格とする。

#### E. 耐薬品性

2個撚り法にしたがって、サンプル作製してからキシレン系ワニス：TVB2024（東芝ケミカル社製、商品名）及びスチレンモノマー系ワニス：TVB2180T（東芝ケミカル社製、商品名）を含浸、乾燥した後、サンプルに亀裂等がないかを確認した。

【0028】

【表 1】

表 1

|              | 実施例1  | 実施例2  | 実施例3  | 実施例4  | 実施例5  | 実施例6  | 実施例7  | 比較例1 | 比較例2 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 導体           | 単線    | 燃線    | 単線    | 単線    | 単線    | 単線    | 単線    | 単線   | 単線   |
| 製造速度[m/min.] | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100  | 100  |
| 予熱温度[°C]     | なし    | なし    | なし    | なし    | なし    | なし    | 140   | なし   | なし   |
| 第1層          | PES   | PES   | PES   | PES   | PES   | PES   | PES   | PES  | PES  |
| 樹脂           |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| 膜厚[μm]       | 35    | 35    | 35    | 35    | 30    | 60    | 35    | 35   | 35   |
| 第2層          | PES   | PES   | PES   | PES   | PES   | PES   | PES   | PES  | PES  |
| 樹脂           |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| 膜厚[μm]       | 35    | 35    | 35    | 35    | 30    | 60    | 35    | 35   | 35   |
| 第3層          | PPS-1 | PPS-1 | PPS-2 | PPS-3 | PPS-1 | PPS-1 | PPS-1 | PES  | PA   |
| 樹脂           |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
| 膜厚[μm]       | 35    | 35    | 35    | 35    | 30    | 60    | 35    | 35   | 35   |
| 全体膜厚         | 105   | 105   | 105   | 105   | 90    | 180   | 105   | 105  | 105  |
| 電線外観         | 良好    | 良好    | 良好    | 良好    | 良好    | 良好    | 良好    | 良好   | 良好   |
| 耐熱性(1)       | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 不合格  | 不合格  |
| 耐熱性(2)       | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格   | 合格   |
| 絶縁破壊電圧[kV]   | 24.5  | 25.0  | 26.3  | 24.5  | 22.7  | 27.5  | 25.5  | 22.0 | 20.5 |
| 耐熱性(2) [%]   | 92    | 89    | 90    | 92    | 88    | 95    | 90    | 90   | 45   |
| 耐溶剤性         | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 膨潤   | 合格   |
| 耐薬品性         | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 合格    | 亀裂発生 | 合格   |

【 0 0 2 9 】

表 1 で示した結果から以下のことが明らかになった。

実施例 1 ～ 7 は、3 層のうちの下 2 層がポリエーテルスルホン樹脂で、最外層がポリフェニレンスルフィド樹脂で形成されている為、良好な耐熱性を示し、さらに耐溶剤性や耐薬品性も極めて良好な特性を有している。

#### 【 0 0 3 0 】

しかし、比較例 1 では 3 層全てがポリエーテルスルホン樹脂のみで形成されているが、より高い耐熱レベルには至らず、耐溶剤性では皮膜が柔らかくなり、耐薬品性においては亀裂が発生してしまう。

比較例 2 では、最外層がポリアミド樹脂で形成されており、耐溶剤性や耐薬品性には耐性を示すものの、耐熱性が及ばず、表面からの熱劣化が進むことなどから、耐熱性（2）の耐熱性 B 種を合格するのも難しい。

#### 【 0 0 3 1 】

#### 【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明の多層絶縁電線は、耐熱性レベルを十分満足するほか、耐溶剤性や耐薬品性に優れることから、巻線加工後の後処理においても幅広い選択が可能となるものである。

また、前記多層絶縁電線を用いてなる本発明の変圧器は、電気特性に優れ、信頼性が高い。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

3 層絶縁電線を巻線とする構造の変圧器の例を示す断面図である。

#### 【図 2】

従来構造の変圧器の 1 例を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

- 1 フェライトコア
- 2 ボビン
- 3 絶縁バリヤ
- 4 一次巻線
- 4 a 導体



4 b, 4 c, 4 d 絶縁層

5 絶縁テープ

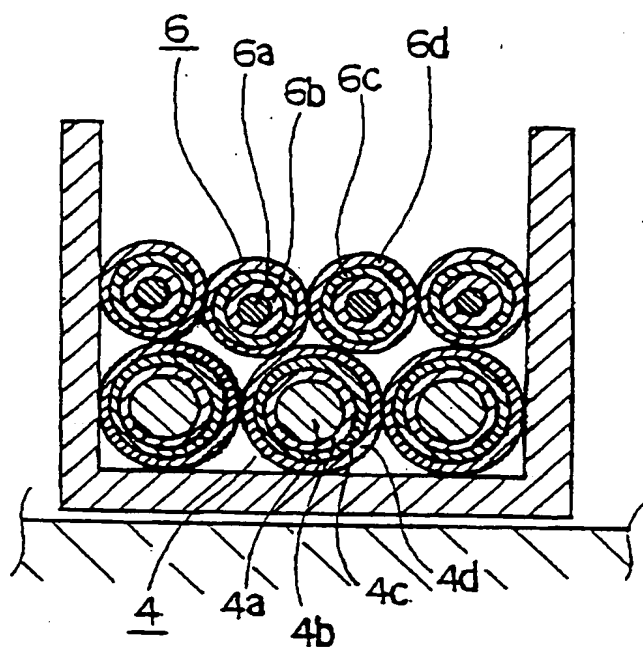
6 二次巻線

6 a 導体

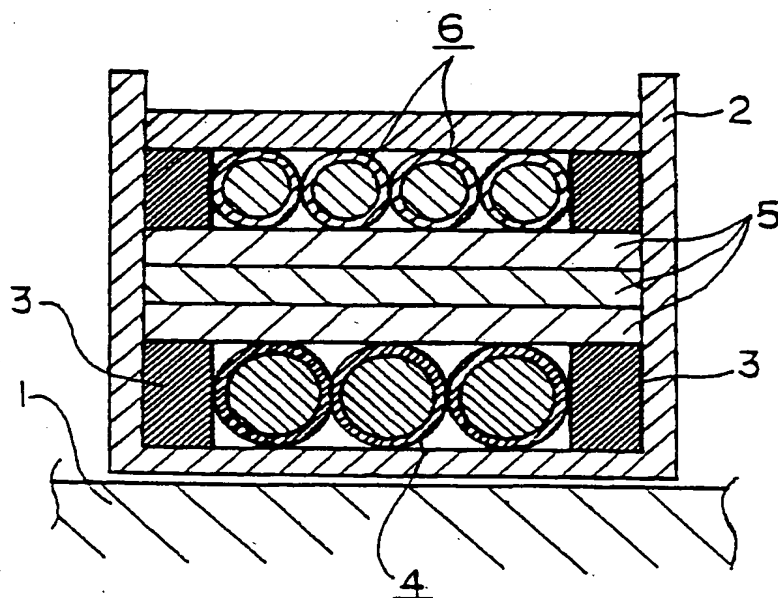
6 b, 6 c, 6 d 絶縁層

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐熱性及び耐薬品性に優れた絶縁層を有する工業的生産に適した多層絶縁電線、及び該絶縁電線を巻回してなる、電気特性に優れ、信頼性の高い変圧器を提供する。

【解決手段】 導体と前記導体を被覆する押出絶縁層を有してなる2層以上の多層絶縁電線であって、前記絶縁層の少なくとも1層がポリエーテルスルホン樹脂により形成され、このポリエーテルスルホン樹脂により形成された絶縁層よりも外側に直鎖型を主体とするポリフェニレンスルフィド樹脂により形成された絶縁層を少なくとも1層有する多層絶縁電線。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号  
氏 名 古河電気工業株式会社